

## Verfahren zur Regelung der Kühlwassertemperatur eines Kraftfahrzeugs mit einem Verbrennungsmotor

**Patent number:** DE19951362

**Publication date:** 2001-05-03

**Inventor:** BAEUERLE MICHAEL (DE); RIES-MUELLER KLAUS (DE)

**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)

**Classification:**

- International: F01P7/16; F02D43/00; F02D21/08; F02B37/12; B60K26/00

- european: F01P7/04E, F01P7/16E, F02D41/30C

**Application number:** DE19991051362 19991026

**Priority number(s):** DE19991051362 19991026

**Also published as:**



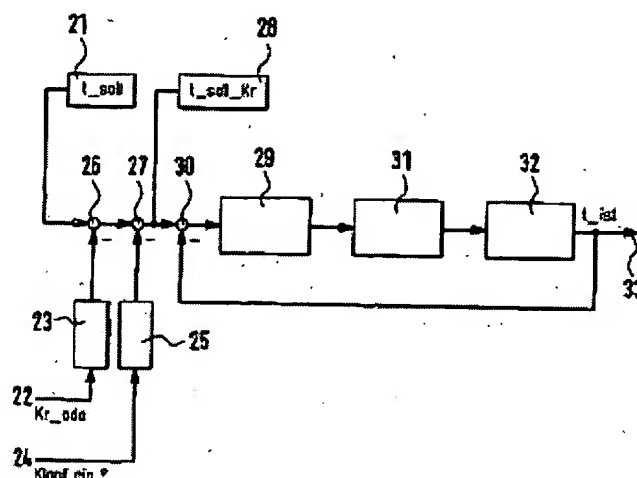
WO0131177 (A1)



EP1228294 (A1)

### Abstract of DE19951362

A method for controlling the cooling water temperature of a vehicle with an internal combustion engine is disclosed, whereby at least one further sensor, for example, a knock sensor, or a vehicle control unit is used for determining the cooling water temperature. A control unit (2) determines a set value ( $t_{set}$ ) from the input values, by means of a control loop (29, 31, 32), taking account of the knocking behaviour. The regulated set temperature is used by a motor control unit to set the advance angle to early, for example.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 51 362 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 01 P 7/16**  
F 02 D 43/00  
F 02 D 21/08  
F 02 B 37/12  
B 60 K 26/00

②① Aktenzeichen: 199 51 362.7  
②② Anmeldetag: 26. 10. 1999  
④③ Offenlegungstag: 3. 5. 2001

**DE 199 51 362 A 1**

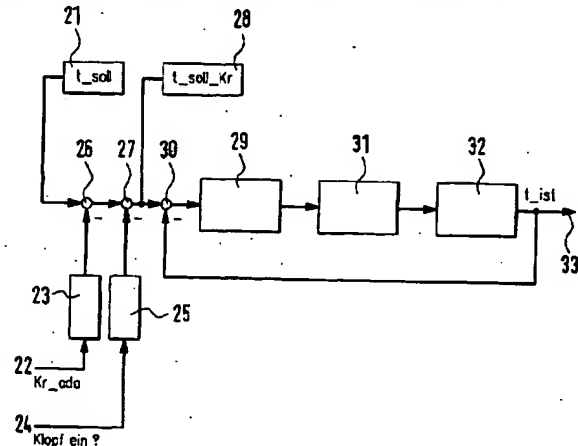
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Baeuerle, Michael, 71706 Markgröningen, DE;  
Ries-Mueller, Klaus, 74906 Bad Rappenau, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zur Regelung der Kühlwassertemperatur eines Kraftfahrzeugs mit einem Verbrennungsmotor

⑤⑦ Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Regelung der Kühlwassertemperatur eines Kraftfahrzeugs mit einem Verbrennungsmotor vorgeschlagen, bei dem mindestens ein weiterer Sensor, beispielsweise ein Klopfsensor, oder ein Fahrzeugsteuergerät zur Bestimmung der Kühlwassertemperatur verwendet wird. Ein Steuergerät (2) ermittelt aus den zugeführten Signalen einen Sollwert ( $t_{\text{soll}}$ ) unter Berücksichtigung des Klopfverhaltens mittels einer Regelschleife (29, 31, 32). Die geregelte Solltemperatur wird dabei von einem Motorsteuergerät (8) verwendet, um den Zündwinkel beispielsweise auf "früh" zu stellen.



**DE 199 51 362 A 1**

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Regelung der Kühlwassertemperatur eines Kraftfahrzeugs mit einem Verbrennungsmotor nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Es ist schon bekannt, die Kühlwassertemperatur eines Verbrennungsmotors dadurch zu regeln, daß über einen Kühlwasserkreislauf mit einem Wärmetauscher die Motortemperatur, beispielsweise mittels eines Thermostats, konstant gehalten wird. Zur Abführung der entstehenden Motorwärme wird bedarfsabhängig über ein Ventil der Kühlwasserkreislauf zum Wärmetauscher (Kühler) geöffnet und gegebenenfalls die Kühlleistung des Kühlers durch einen Lüfter unterstützt. Für moderne Verbrennungsmotoren, beispielsweise bei Direkteinspritzung für Benzin oder für Diesel, reichen bekannte Maßnahmen wie Temperaturregelung, Regelung der Einspritzung oder der Zündung zur Optimierung des Verbrauchs und Reduzierung von Schadstoffen im Abgas jedoch nicht mehr aus.

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat dem gegenüber den Vorteil, daß die Kühlwassertemperatur in Abhängigkeit von Signalen mindestens eines weiteren Sensors und/oder mindestens eines weiteren Fahrzeugsteuergerätes gesteuert wird. Dadurch können die einzelnen Betriebszustände des Verbrennungsmotors in jeder einzelnen Phase optimiert werden, so daß sich nicht nur eine Verbrauchsreduzierung des Kraftstoffs ergibt, sondern auch beim Abgas die Schadstoffe reduziert werden.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

Besonders vorteilhaft ist, daß als weiterer Sensor ein Klopfsensor vorgesehen ist, der die Klopfneigung des Verbrennungsmotors erfaßt und diese Signale an das Steuergerät für die Kühlwassertemperatur abgibt. Da die Klopfneigung u. a. auch von der Temperatur des Kühlwassers bzw. von der Zylinderkopftemperatur abhängt, kann beispielsweise durch Reduzierung der Kühlwassertemperatur auch die Klopfneigung des Motors reduziert werden.

Als besonders vorteilhaft wird angesehen, daß das Steuergerät die Kühlwassertemperatur in Abhängigkeit von den Betriebsarten wählt, die bei der Kraftstoffdirekteinspritzung durch das Verhältnis von Kraftstoff zu Luft bestimmt werden. Die verschiedenen Betriebsarten ermöglichen unterschiedliche Temperaturniveaus, die das Steuergerät vorteilhaft bei der Bildung des Sollwerts berücksichtigen kann. 90 führt beispielsweise eine Doppeleinspritzung zu einer verringerten Klopfneigung. Dadurch kann – je nach Auslegung des Kühlsystems – während der Doppeleinspritzung unter Umständen der Temperatursollwert für das Kühlwasser erhöht werden. Entsprechend ist bei Schichtbetrieb ein höheres Temperaturniveau denkbar, wodurch unter Umständen die Brennbarkeit verbessert wird. Insbesondere kann auch abhängig von der aktuell zur Verfügung stehenden Kühlleistung bzw. abhängig vom aktuellen Temperaturniveau auf die Betriebsart Einfluß genommen werden. So ist zum Beispiel vorsehbar, bei einer höheren Motortemperatur in einem größeren Motorbetriebsbereich im verbrauchsgünstigen Schichtbetrieb zu fahren.

Günstige Bedingungen ergeben sich auch, wenn im Magerbetrieb die Zylinderkopftemperatur erhöht wird, da dann das Kraftstoff-Luft-Gemisch weiter abgemagert werden kann.

Bei einem Motor mit variablem Ventiltrieb ist es günstig, wenn die Solltemperatur für einen stillgelegten Zylinder abgesenkt wird, da dieser Zylinder dann keine Verbrennungswärme mehr erzeugt.

Als besonders vorteilhaft wird angesehen, daß die Solltemperatur für das Kühlwasser in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad des Zündwinkels bestimmt wird. Somit kann für eine Optimierung des Brennstoffverbrauchs bzw. des Abgases ein weiterer Parameter herangezogen werden.

In modernen Getriebe- oder Motormanagementsteuergeräten findet eine Bewertung des Fahrertyps statt. Dabei wird abhängig von der Dynamik der Fahrpedalbewegung und/oder der Bremsenbetätigung der Fahrer als eher sportlich oder eher ökonomisch fahrend klassifiziert. Die Bewertung wird unter anderem für das Schaltprogramm bei Stufenautomatikgetrieben verwendet.

Es ist nun vorteilhaft, diese Bewertung auch für die Steuerung und Regelung der Solltemperatur herangezogen wird.

So kann zum Beispiel bei einem sportlichen Fahrertyp aufgrund der höheren Dynamik eine niedrigere Solltemperatur angebracht sein. Entsprechend kann die Zeitkonstante des Temperaturreglers in Richtung einer schnelleren Temperaturregelung verändert werden.

Heutige momentenbasierte Motorsteuerungssysteme berechnen im Normalbetrieb laufend das Verlustmoment des Motors. Änderungen des Verlustmomentes zum Beispiel im Leerlauf werden adaptiert bzw. gelernt und bei der Berechnung der Stellgrößen einer Motorsteuerung (unter anderem: Einspritzung, Luftmasse und Zündwinkel) berücksichtigt. Eine Änderung der Reibungsverluste des Motors wird somit in dieser Verlustmomentenadaptation erkannt. Auch hier ist es vorteilhaft, diese Verlustmomente bei der Bestimmung der Solltemperatur zu berücksichtigen.

Die Solltemperatur sollte dabei so eingestellt werden, daß das Verlustmoment minimal wird. Entsprechendes gilt für die Bestimmung der Solltemperatur in Abhängigkeit von der Abgasrückführrate, des Ladedrucks oder von externen Geräten, wie einem Abstandsregler.

Weiterhin ist vorteilhaft, daß die Information eines Navigationssystems für die Einstellung der Solltemperatur benutzt wird. Mittels solcher Navigationssysteme kann der Fahrzeugstandort, das Fahrzeugziel und/oder die geplante bzw. gefahrene Wegstrecke ermittelt werden. Unter anderem ist in solchen Systemen auch eine genaue Höheninformation (Höhe über Meeresspiegel) vorhanden. So ist es zum Beispiel denkbar, bei längeren Paßfahrten, beispielsweise bergab, mit längeren Phasen im Schiebebetrieb, die Solltemperatur auf einen Minimalwert abzusenken. Dadurch werden dann die Reibungsverluste des Motors erhöht, was zu einer höheren, in diesem Fall gewünschten Bremswirkung führt. Weiterhin werden dadurch Blaurauchemissionen reduziert. Vor Erreichen des Paßendes kann dann wieder die Solltemperatur angehoben werden, um bei der zu erwartenden erhöhten Leistungsabgabe des Motors wieder günstigere Bedingungen mit geringeren Reibungsverlusten zu erreichen.

Da für die Durchführung dieses Verfahrens keine neuen Hardwarekomponenten benötigt werden, erscheint die Realisierung in Form eines Steuerprogramms besonders günstig, wobei dieses Steuerprogramm Bestandteil eines Motorsteuergerätes ist, das ohnehin für die Steuerung des Motors vorhanden ist.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung nä-

her erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild in schematischer Darstellung und

Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild von verschiedenen Motorkomponenten, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren angeordnet sind. Ein Verbrennungsmotor 1 ist zunächst über einen Kühlkreislauf mit Kühlwasser 5 mit einem Wärmetauscher (Kühler 6) verbunden. Eine entsprechende Rücklaufleitung 5a führt vom Kühler 6 zum Verbrennungsmotor 1 zurück. In diesem Kühlkreislauf ist schematisch ein Ventil 9 dargestellt, mit dem der Zufluß zum Kühler 6 steuerbar ist. Des weiteren ist dem Kühler 6 ein Lüftermotor 7 zugeordnet, der die Kühlleistung des Kühlers 6 erhöhen kann. Sowohl der Lüftermotor 7 als auch das oder die Ventile 9 werden über entsprechende Leitungen von einem Steuergerät 2 so gesteuert, damit eine vorgegebene Solltemperatur für das Kühlwasser 5 erreicht wird. An den Eingängen des Steuergeräts 2 sind ein Temperatursensor 3 und ein weiterer Sensor, beispielsweise ein Klopfsensor 4, angeschlossen. Die beiden Sensoren sitzen an geeigneten Stellen im Kühlkreislauf am Verbrennungsmotor 1. Mit dem Verbrennungsmotor 1 ist des weiteren ein Motorsteuergerät oder ein Fahrzeugsteuergerät 8 verbunden, das beispielsweise die Kraftstoffeinspritzung, die Zündung und/oder die Ventile steuert bzw. Fahrzeugfunktionen steuert. Über eine Leitung 10 ist ein Ausgang des Steuergeräts 2 mit einem Eingang des Motorsteuergeräts 8 verbunden. Das Verfahren ist sowohl für Benzin- als auch für Dieselmotoren anwendbar.

In der Fig. 1 wurden nur die erfindungswesentlichen Komponenten dargestellt, um die Übersicht zu bewahren. In der praktischen Ausführung sind jedoch wesentlich mehr elektrische Leitungen und Schläuche für das Kühlwasser 5 erforderlich, auf deren Darstellung aber hier verzichtet wurde.

Im folgenden wird die Funktionsweise dieser Anordnung anhand der Fig. 2 näher erläutert.

Dem Regeldiagramm der Fig. 2 ist ein Verbrennungsmotor 1 mit einer Benzindirekteinspritzung (BDE) zugrunde gelegt. Zunächst wird von dem Steuergerät 2 für die Kühlwassertemperatur ein Temperatursollwert  $t_{\text{soll}}$  vorgegeben, der aus einem vorzugsweise gespeicherten Kennfeld der augenblicklichen Motorlast und der Motordrehzahl gebildet wird (Position 21). In einem anderen Kennfeld sind weitere Parameter gespeichert, beispielsweise ein Adaptionswert  $KR_{\text{ada}}$  für eine zylinderindividuelle Vorsteuerung der Klopfregelung. Dieser Wert ist ein Maß für die mittlere Klopfneigung in einem einzelnen Betriebsbereich (Position 22). Nach einer Umrechnung und Normierung in Position 23 erfolgt in der Position 26 eine Subtraktion vom Sollwert  $t_{\text{soll}}$ . In Position 27 wird von diesem Wert ein Signal (Position 24) des Klopfensors 4 nach entsprechender Umrechnung in Position 25 vom Wert in Position 27 subtrahiert. Dieses Signal gibt an, ob bei der augenblicklichen Belastung des Verbrennungsmotors 1 ein Klopfen aufgetreten ist oder nicht. In Position 28 wird das so gewonnene Signal  $t_{\text{soll\_Kr}}$  genannt und gibt den neuen Sollwert für die Temperatur des Kühlwassers 5 vor, der das Signal des Klopfensors 4 berücksichtigt. Dieser Sollwert wird in der Position 30 der Regelschleife zugeführt, die sich aus den Positionen 29, 30 und 32 ergibt. In dieser Regelschleife wird nun die Förderleistung einer Wasserpumpe beispielsweise mit einem Proportionalregler (P-Regler, Position 29) sowie die Stellglieder, Pumpe, Lüfter 7 oder Ventile 9 betätigt (Position 31). Diese Maßnahmen er-

geben eine bestimmte Kühlleistung des Kreislaufsystems mit dem Kühlwasser 5, die dem Verbrennungsmotor 1 zugeführt bzw. abgenommen wird (Position 32). Energetisch ergibt sich somit eine Temperatur  $t_{\text{ist}}$ , die mit dem anstehenden Temperaturwert  $t_{\text{soll\_Kr}}$  in Position 30 verglichen und ausge-regelt wird. Das Ergebnis steht in der Position 33 zur Verfügung und kann beispielsweise auf einer nicht dargestellten Anzeige ausgegeben werden. Dieses Regeldiagramm wird vorzugsweise als Steuerprogramm ausgeführt und ist Bestandteil des Motorsteuergeräts 8. Das Motorsteuergerät 8 ist dabei beispielsweise für Motoren mit Benzineinspritzung ausgebildet für die Einspritzung des Kraftstoffes, für die Steuerung der Zündung und/oder die Steuerung der Ventile ausgebildet. Für die Steuerung der Motorfunktionen kann dabei das Motorsteuergerät 8 selbstverständlich auf das gleiche Kennfeld zurückgreifen und die dort gespeicherten Daten verarbeiten. Dieses Kennfeld ist vorzugsweise mit einem RAM-Speicher ausgebildet, in dem sowohl Daten eingeschrieben als auch ausgelesen werden können. Von dem Motorsteuergerät 8 werden beispielsweise auch die Betriebsarten für das Kraftstoff-Luft-Gemisch homogen, mager oder geschichtet je nach Betriebslast vorgegeben. Das Motorsteuergerät 8 steuert auch den Zündwinkel für den Benzinmotor und entnimmt die zugehörigen Daten ebenfalls dem gespeicherten Kennfeld. Da das Steuergerät 2 und das Motorsteuergerät 8 miteinander über die Leitung 10 verkoppelt sind, kann das Steuergerät 2 die Ist-Temperatur  $t_{\text{ist}}$  an das Motorsteuergerät 8 weitergeben, so daß dieses Motorsteuergerät 8 beispielsweise den Zündwinkel auch unter Berücksichtigung der Ist-Temperatur  $t_{\text{ist}}$  des Verbrennungsmotors 1 bestimmt. Das Motorsteuergerät 8 kann beispielsweise abhängig von der Kühlleistung bei temperaturkritischen Betriebsparameter vorsteuern und so einen frühen Zündwinkel vorgeben.

Ist in alternativer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, die einzelnen Zylinder individuell zu kühlen, dann kann der in der Fig. 2 dargestellte Ablauf für jeden Zylinder einzeln durchgeführt werden. Die Adaptionswerte  $KR_{\text{zyl}}$  bzw. die Klopfsignale liegen dabei in modernen Motormanagementsystemen zylinderindividuell vor und können somit direkt für eine zylinderindividuelle Temperaturregelung benutzt werden. Ist dagegen eine zylinderindividuelle Kühlwasserzuführung nicht vorhanden, dann wird zweckmäßigerweise der adaptive Klopfwert  $KR_{\text{ada}}$  aus dem Mittelwert der zylinderindividuellen Adaptionswerte für jeden Zylinder berechnet. Bei auftretenden Klopfereignissen kann dann der Sollwert der Temperatur reduziert werden. Durch dieses Optimierungsverfahren wird vorteilhaft unter Berücksichtigung der Kühlleistung, des Betriebsarbeitspunktes, der Klopfneigung und/oder des Zündwinkels ein optimaler Betrieb für niedrigen Kraftstoffverbrauch und geringe Abgasemissionen erreicht.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln der Kühlwassertemperatur eines Kraftfahrzeugs mit einem Verbrennungsmotor (1), wobei ein Temperatursensor (3) die Kühlwassertemperatur erfaßt und ein Steuergerät (2) für die Kühlwassertemperatur wenigstens ein Ventil (9) und/oder wenigstens einen Lüfter (7) betätigt, um einen vorgegebenen Temperatur-Sollwert ( $T_{\text{soll}}$ ) des Kühlwassers (5) zu erhalten, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein weiterer Sensor (4) oder ein Motor- oder Fahrzeugsteuergerät vorgesehen ist, daß deren Signale dem Steuergerät (2) zugeführt werden, und daß das Steuergerät (2) aus den zugeführten Signalen wenigstens einen Sollwert für die Temperatur des Kühlwassers (5)

bestimmt, wobei der Sollwert im Hinblick auf einen minimalen Kraftstoffverbrauch und/oder zur Optimierung der Abgasemissionen gebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Sensor (4) ein Klopfsensor ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) die Kühlwassertemperatur in Abhängigkeit von den Betriebsarten bei der Kraftstoffdirekteinspritzung (Diesel oder Benzin) wählt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) die Solltemperatur für das Kühlwasser (5) für die Betriebsarten homogenes oder homogenmageres Kraftstoff-Luft-Gemisch oder geschichtetes Kraftstoff-Luft-Gemisch bestimmt.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) die Solltemperatur für das Kühlwasser (5) in Abhängigkeit von der Einspritzart, und/oder vom Lambdawert des Kraftstoffluftgemisches, insbesondere bei einer Doppeleinspritzung oder einer geschichteten Einspritzung bestimmt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) bei Magerbetrieb die Solltemperatur für den Zylinderkopf erhöht und an das Motorsteuergerät (8) ein Signal zur weiteren Abmagerung des Kraftstoff-Luft-Gemisches liefert.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) für einen stillgelegten Zylinder die Solltemperatur absenkt.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) die Solltemperatur für das Kühlwasser (5) in Abhängigkeit von der Klopfneigung vorgibt.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) die Solltemperatur für das Kühlwasser (5) in Abhängigkeit vom Zündwinkel oder dessen Wirkungsgrad bestimmt.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) die Solltemperatur für das Kühlwasser (5) in Abhängigkeit vom Fahrertyp, beispielsweise einem sportlich oder ökonomisch fahrenden Fahrer vorgibt.

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) die Solltemperatur für das Kühlwasser (5) in Abhängigkeit von den Reibungsverlusten des Motors bestimmt.

12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) die Solltemperatur für das Kühlwasser (5) in Abhängigkeit von der Abgasrückführrate eines Abgasrückführungssystems bestimmt.

13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) die Solltemperatur für das Kühlwasser (5) in Abhängigkeit vom Signal eines Ladedrucksensors bei einem Motor mit Turboaufladung bestimmt, wobei bei einer Ladedruckerhöhung die Solltemperatur erniedrigt wird.

14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) die Solltemperatur für das Kühlwasser (5) in Abhängigkeit von Signalen eines Abstandsreglers bestimmt.

15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) die Solltemperatur für das Kühlwasser (5) in Abhängigkeit von Signalen eines Navigationssystems bestimmt.

16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

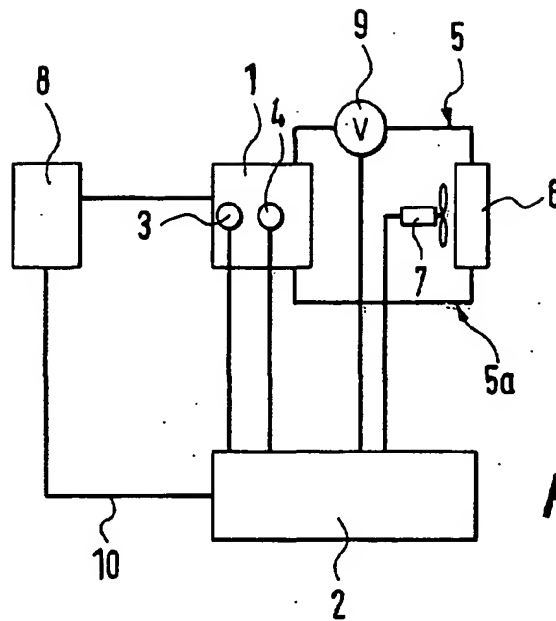
dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (2) als Steuerprogramm ausgebildet ist und vorzugsweise Bestandteil des Motorsteuergerätes (8) ist.

---

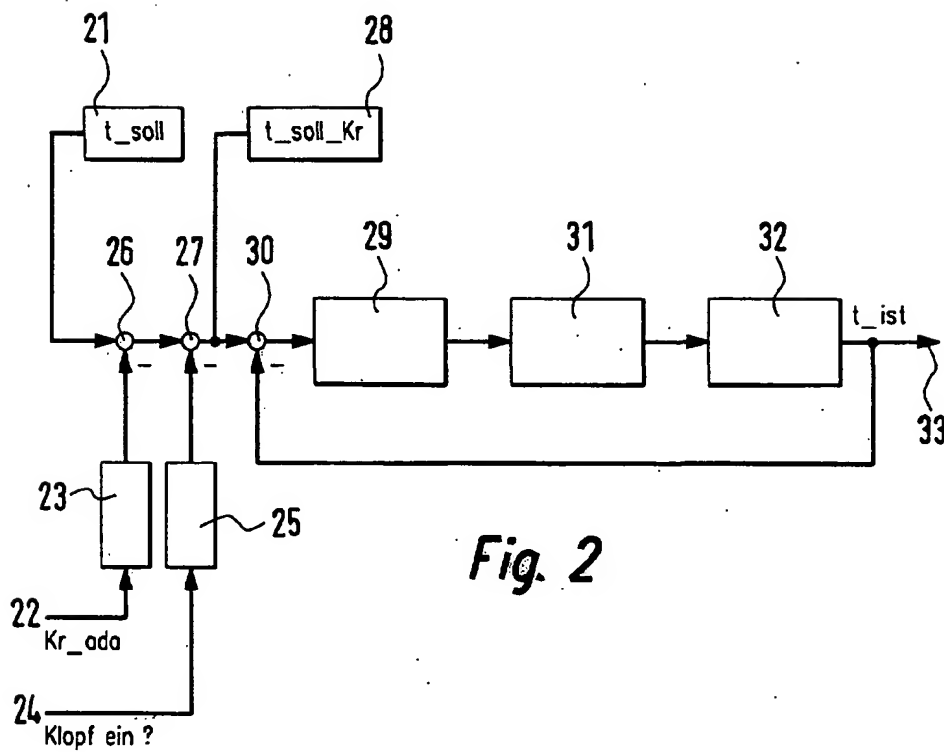
Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



**Fig. 1**



**Fig. 2**